

Definizione del rischio

C 3.1 Introduzione

Lo scopo fondamentale del Piano di Protezione Civile Comunale è quello di indicare quali siano le procedure operative da mettere in atto al momento dell'emergenza.

Tali procedure vengono tarate sulla base di scenari di rischio che, a loro volta, vengono realizzati a seguito di una indagine territoriale volta alla definizione delle aree potenzialmente soggette a rischi.

Secondo le definizioni della letteratura (UNESCO 1986) il "rischio" **R** esprime il "danno atteso" e dipende pertanto dal "danno" che può essere prodotto dall'evento e dalla probabilità di occorrenza del fenomeno, esso pertanto è espresso dalla seguente funzione

$$R = f(H,D) = f(H,V,E)$$

Dove **H** è la pericolosità, ovvero la probabilità che un determinato fenomeno, con caratteristiche date, avvenga in un determinato spazio fisico ed in un determinato arco temporale; **D** è il danno, ovvero il prodotto tra il valore degli elementi a rischio (**E**) e la loro vulnerabilità (**V**) definita come il grado di danneggiamento (0÷1) che ciascun elemento a rischio subisce a causa del fenomeno considerato.

La rappresentazione cartografica del rischio si realizza quindi attraverso la realizzazione ed il successivo confronto tra le carte della "pericolosità" e quelle del "danno".

A seguito dell'attuazione della Direttiva 2007/60/CE (cosiddetta "Direttiva Alluvioni") l'analisi del rischio idraulico è stata realizzata utilizzando la metodologia definita dall'Autorità di Bacino del Fiume Po e dalla Regione Lombardia per quanto riguarda il Reticolo Idrografico principale (RP).



C 3.2 Il parametro “Pericolosità”

La pericolosità è un termine che esprime la probabilità che un fenomeno di determinate caratteristiche accada sul territorio di interesse legandolo ad una valutazione del tempo intercorrente tra due manifestazioni di caratteristiche simili.

Se infatti indichiamo con **P** la probabilità che un parametro, caratterizzante il fenomeno in esame, superi un valore prestabilito **X** (ed esempio il valore massimo di accelerazione orizzontale per i terremoti, oppure la portata al colmo di una piena di un corso d'acqua, oppure ancora il valore della concentrazione nell'atmosfera di un determinato composto tossico) allora è

$$p = P\{x \leq X\}$$

Secondo le metodologie dell'analisi statistica, si potrebbe legare la probabilità **P** con il tempo di ritorno **T** definendo quest'ultimo come il numero di anni in cui, mediamente, il valore X è superato una sola volta

$$T = [1 - P\{x \leq X\}]^{-1}$$

Tale parametro viene di solito utilizzato nel dimensionamento delle opere strutturali di difesa dai fenomeni calamitosi.

La difficoltà maggiore nella definizione oggettiva del parametro pericolosità consiste nella quasi totale mancanza di dati a disposizione e dalla difficoltà di svolgere una analisi statistica sufficientemente significativa con un grado di dettaglio come quello scelto nel caso di questo progetto.

Si è scelto di definire il termine relativo alla pericolosità non in termini analitici, ma attraverso dei parametri di sintesi in parte legati alla natura del fenomeno.

Dove possibile si è fatto riferimento ad elaborazioni statistiche che permettessero di rappresentare la frequenza di accadimento del fenomeno e, dove possibile, si è cercato di definire le caratteristiche dello stesso in base a tempi di ritorno congruenti con quanto contenuto nel programma regionale di previsione e prevenzione.

Al fine di semplificare le analisi svolte, si è scelto di operare una classificazione in quattro classi riportata in sintesi nella tabella seguente.



Pericolosità	
P1	bassa o nulla
P2	moderata
P3	alta
P4	molto alta

C 3.3 Il parametro “Danno”

Il termine "danno" (**D**) esprime l'entità dei danni dato il verificarsi di un fenomeno ed è definito dalla sommatoria del prodotto del valore degli elementi a rischio (**E**) per la loro rispettiva vulnerabilità (**V**) rispetto all'evento di riferimento:

$$D = \sum E \times V_{(T,I)}$$

In termini generali esso può essere assunto indipendente dalla probabilità di occorrenza del fenomeno, ovvero dalla pericolosità, ed esprime l'aliquota del valore dell'elemento a rischio che può venire compromessa in seguito al verificarsi di un determinato evento.

Per semplicità di trattazione si è scelto di discretizzare il valore del parametro “Danno” in quattro classi secondo quanto riportato nella successiva tabella:

Danno		Descrizione
D1	Basso o nullo	Nessun danno o danni irrilevanti
D2	Moderato	Danni estetici o danni funzionali minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità della vita umana né la continuità delle attività socio-economiche
D3	Alto	Danni funzionali agli edifici, possibilità di senzatetto e di incidenti; probabile interruzione di alcune attività socio-economiche
D4	Molto alto	Danni gravi agli edifici; possibilità di morti e feriti; distruzione delle infrastrutture e interruzione delle attività socio-economiche

Il parametro **E** della precedente espressione esprime il valore monetario, o il numero di unità esposte dei diversi elementi a rischio, esso è quindi un valore dipendente da scelte di carattere strategico e politico, la cui valutazione monetaria appare particolarmente condizionata dalla situazione storica attuale.

La "vulnerabilità" (**V**) esprime invece il grado di perdita (0 = perdita nulla, 1 = perdita completa), prodotto su un certo elemento o gruppo di elementi esposti a rischio, risultante dal verificarsi del fenomeno; essa dipende sia dalla tipologia dell'elemento a rischio (**T**) che dall'intensità (**I**) del fenomeno e, in pratica, esprime il raccordo fra l'intensità del fenomeno stesso e le sue possibili conseguenze sull'elemento preso in considerazione.

Nella precedente equazione gli elementi a rischio (**E**) sono rappresentati dalla popolazione, dalle proprietà, dalle attività economiche, dai servizi pubblici e dai beni ambientali e culturali che possono subire un danno in conseguenza del verificarsi di un fenomeno critico. L'analisi di esposizione per ognuna delle tipologie testè descritte avrebbe necessitato di una serie di informazioni non omogeneamente disponibili sull'interno del territorio oggetto delle presenti analisi (si sarebbe infatti dovuto considerare l'analisi del danno anche come funzione del tempo ad esempio analizzandone l'andamento in un determinato momento del giorno).

Per questo motivo si è scelto di utilizzare un unico elemento che risultasse sufficientemente rappresentativo per lo studio in corso e che consentisse estrapolazioni semplici su tutti gli altri elementi potenzialmente a rischio: tale elemento è rappresentato dall'utilizzo del territorio.

Questa razionalizzazione corrisponde a semplificare l'equazione del danno come se lo stesso dipendesse esclusivamente dal valore di vulnerabilità dell'elemento considerato quale rappresentativo del territorio; il che, analiticamente corrisponde a considerare

$$D = V$$

Per questo motivo nella seguente tabella, che esprime sinteticamente il processo di individuazione del danno secondo la predetta classificazione in 4 livelli, si è provveduto a sostituire il termine **D** al più corretto termine **V**.



Tipologia	Intensità			
	I1	I2	I3	I4
T1	D1	D1	D1	D1
T2	D1	D2	D2	D3
T3	D1	D2	D3	D4
T4	D1	D3	D4	D4

La valutazione del danno passa quindi attraverso la valutazione dei parametri di intensità dei fenomeni e delle tipologie di elementi a rischio.

C 3.3.1 La valutazione dell'intensità dei fenomeni

Si definisce intensità (*I*) la severità geometrica e meccanica di un fenomeno, essa può essere espressa in una scala relativa oppure in termini di una o più grandezze caratteristiche del fenomeno (velocità, volume, energia, etc.).

L'intensità è legata al fenomeno specifico che si verifica, per cui l'analisi di questo parametro è riportata nei singoli capitoli relativi ai rischi specifici.

In questa sede appare opportuno esclusivamente riportare il fatto che, per semplificare le analisi svolte, si è scelto di operare una classificazione in quattro classi riportata in sintesi nella tabella seguente.

Intensità	
I1	bassa o nulla
I2	moderata
I3	alta
I4	molto alta

C 3.3.2 L'individuazione della tipologia degli elementi a rischio

Come già anticipato, l'analisi del danno passa attraverso l'individuazione degli elementi soggetti al rischio i quali, in questo studio, sono sinteticamente rappresentati dai parametri di utilizzo del territorio.

In questo senso, utilizzando gli strati informativi relativi all'uso del suolo a scala comunale, si sono individuate 4 classi di tipologie di elementi a rischio secondo quanto riportato nella seguente tabella:

Tipologia di elementi a rischio	Descrizione
T1	Aree disabitate o improduttive; demanio pubblico non edificato e/o edificabile
T2	Aree con limitata presenza di persone; edifici isolati; infrastrutture viarie minori; zone agricole o a verde pubblico
T3	Nuclei urbani non densamente popolati; insediamenti industriali, artigianali e commerciali minori; infrastrutture viarie secondarie (strade statali, provinciali e comunali)
T4	Centri urbani; grandi insediamenti industriali e commerciali; beni architettonici, storici e artistici; principali infrastrutture viarie; servizi di rilevante interesse sociale; zona campeggi e villaggi turistici

Nello studio relativo al Comune di Bovisio Masciago si sono avute a disposizione informazioni a scala **territoriale** derivanti dallo studio della cartografia tecnica regionale della Lombardia; ciò ha consentito di suddividere il territorio in aree a differente destinazione di uso.

Si è inoltre ricercato un approfondimento delle informazioni ad un livello tale da analizzare con maggiore puntualità le conseguenze del verificarsi di eventi critici legandole all'impatto relativo sulle singole **tipologie edilizie**; purtroppo le informazioni desumibili dalla cartografia aerofotogrammetrica del Comune di Bovisio Masciago, non hanno consentito tale approfondimento.

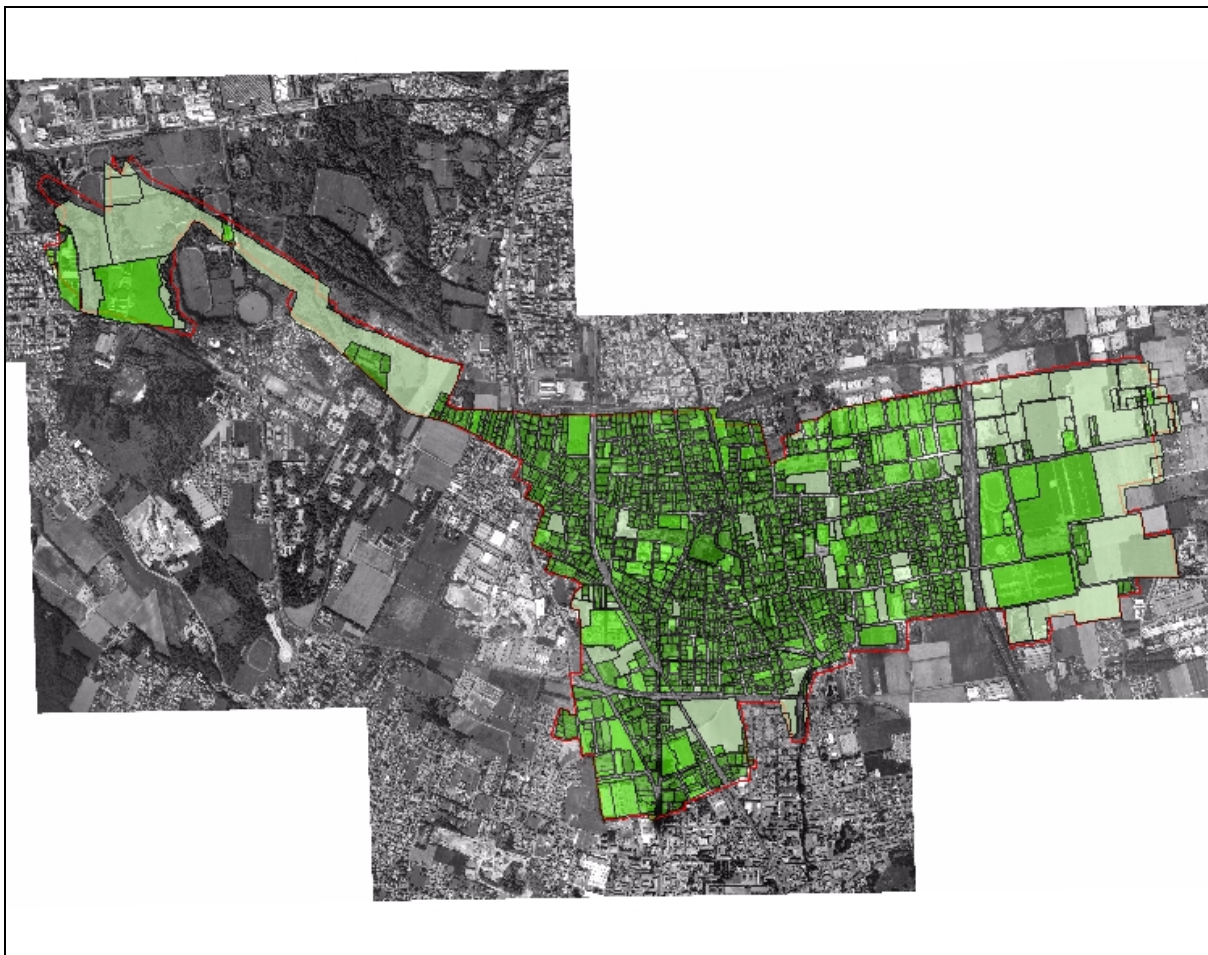
C 3.3.2.1 Analisi territoriale

L'analisi svolta, partendo dalle carte della destinazione d'uso del suolo elaborate per il PGT del Comune di Bovisio Masciago (tav. P3b_destinazioni), ha consentito di individuare le aree maggiormente sensibili ai possibili eventi critici.

La classificazione di destinazione d'uso proveniente da questa fonte nelle quattro tipologie di elementi esposti al rischio più sopra specificate, è stata operata secondo quanto riportato nella successiva tabella:

Destinazione d'uso	Tipologia di elementi a rischio
Residenza	4
Residenza + commercio	4
Residenza + terziario	4
Residenza + artigianato	4
Residenza + produttivo	4
Commercio	4
Terziario	4
Artigianato	4
Impianti tecnologici	3
Servizi pubblici	3
Residenza + agricolo	2
Aree libere	1

La successiva figura rappresenta la zonizzazione del territorio di Bovisio Masciago sulla base dei parametri espressi nella precedente tabella.



Il territorio del Comune di Bovisio Masciago presenta in sintesi le seguenti caratteristiche:

Tipologia di elementi a rischio	Kmq	% su territorio
4	1,396	28,25
3	0,167	3,38
2	0,601	12,17
1	2,011	40,70
Totale	4,175	84,50

Come si può osservare la maggior parte del territorio (complessivamente circa il 40% del censito) è interessato da aree a bassissima sensibilità territoriale, mentre la rimanente porzione è destinata ad urbanizzazioni residenziali, produttive, miste o di servizi aventi il massimo grado di sensibilità territoriale.

C 3.4 La valutazione del "Rischio"

Le analisi dei parametri di pericolosità e di danno determinati con le metodologie sopra descritte, vengono inserite nell'equazione del rischio al fine di individuare i livelli di rischio a cui sono sottoposte le porzioni di territorio differentemente soggette alle conseguenze di un fenomeno di determinate caratteristiche.

Al fine di omogeneizzare l'intero impianto analitico a quanto previsto dalle direttive regionali in materia si è scelto di utilizzare una classificazione del rischio che prevede 4 intervalli il cui significato viene descritto nella successiva tabella.

Rischio		Descrizione
R1	Nulla o basso	Rischio trascurabile
R2	Moderato	Rischio socialmente tollerabile (non sono necessarie attività di prevenzione)
R3	Alto	Rischio non socialmente tollerabile (sono necessarie attività di prevenzione)
R4	Molto alto	Rischio di catastrofe (sono assolutamente necessarie attività di prevenzione)

In essa si utilizza il termine "rischio accettabile" (o tollerabile) per indicare il rischio connesso con una probabilità di accadimento dell'evento e/o un'entità di danno potenziale compatibili con il quadro sociale, economico e culturale del territorio.

Nelle zone in cui il rischio supera le soglie socialmente accettabili è opportuno prevedere interventi di prevenzione e focalizzare l'attenzione della pianificazione delle emergenze.

Come già anticipato, il concetto di rischio include valutazioni relative alla connessione tra Danno e Pericolosità; il grado di rischio in un'area ad elevata pericolosità può essere modesto se in essa il danno non è rilevante, così come laddove il danno è rilevante, il rischio può essere nullo se la pericolosità è nulla. Incrociando quindi le informazioni di pericolosità con le quattro classi di danno sopra individuate, si ottengono 4 classi di rischio.



	D1	D2	D3	D4
P1	R1	R1	R2	R2
P2	R1	R2	R3	R3
P3	R2	R3	R3	R4
P4	R2	R3	R4	R4

C 3.5 Analisi del rischio idraulico secondo la Direttiva 2007/60/CE

Come anticipato in premessa, l'analisi del Rischio Idraulico è stata effettuata utilizzando i parametri definiti dalla citata "Direttiva Alluvioni" (2007/60/CE) per l'ambito territoriale dei corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Principale (RP) ed al Reticolo idrografico Secondario di Pianura.

Tale analisi prende in considerazione i seguenti elementi dell'equazione del rischio:

C 3.5.1.1 Pericolosità

Il termine pericolosità viene sviluppato su tre livelli via via crescenti in funzione del tempo di ritorno secondo il seguente schema:

Direttiva Alluvioni		Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale			
Scenario	Tempo di ritorno		RP	RSCM*	RSP	ACL
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 anni (frequente)	P3 elevata	10-20 anni	Ee, Ca RME per conoide ed esondazion e	Fino a 50 anni	15 anni
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 anni (poco frequente)	P2 media	100-200 anni	Eb, Cp	50-200 anni	100 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa	500 anni	Em, Cn		Massimo storico registrato

Dove:

RP è il Reticolo idrografico Principale

RSCM è il Reticolo idrografico Secondario Collinare e Montano

RSP è il Reticolo idrografico Secondario di Pianura

ACL sono le Aree Costiere Lacuali



C 3.5.1.2 Danno

Il danno viene espresso come il prodotto tra l'esposizione degli elementi a rischio per la vulnerabilità degli stessi.

Per l'individuazione delle classi di danno si fa riferimento a diverse fonti di dati sia puntuali che poligonali, la più utilizzata delle quali è il DUSAF 4.0 – Uso del suolo.

Per gli elementi poligonali si sono quindi utilizzate le seguenti correlazioni tra uso del suolo e danno:

CLASSE D4	
1111	Tessuto residenziale denso
1112	Tessuto residenziale continuo mediamente denso
1121	Tessuto residenziale discontinuo
1122	Tessuto residenziale rado e nucleiforme
1123	Tessuto residenziale sparso
11231	Cascine
1424	Aree archeologiche
12122	Impianti di servizi pubblici e privati
12111	Insedimenti industriali, artigianali, commerciali
12112	Insedimenti produttivi agricoli
12121	Insedimenti ospedalieri
12123	Impianti tecnologici
1221	Reti stradali e spazi accessori
1222	Reti ferroviarie e spazi accessori
123	Aree portuali
12125	Aree militari obliterate
124	Aeroporti ed eliporti
1421	Impianti sportivi
1423	Parchi divertimento
1422	Campeggi e strutture turistiche e ricettive
CLASSE D3	
133	Cantieri
12124	Cimiteri
132	Discariche
131	Cave
2113	Colture orticole
2114	Colture floro-vivaistiche
2115	Orti familiari
CLASSE D2	
2111	Seminativi
1411	Parchi e giardini
221	Vigneti
222	Frutteti e frutti minori
223	Oliveti
3114	Castagneti da frutto



213	Risaie
2313	Marcite
1412	Aree verdi incolte
2241	Pioppeti
2242	Altre legnose agrarie
CLASSE D1	
134	Aree degradate non utilizzate e non vegetate
2311	Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive
311	Boschi di latifoglie
312	Boschi conifere
313	Boschi misti
314	Rimboschimenti recenti
331	Spiagge, dune ed alvei ghiaiosi
321	Praterie naturali d'alta quota
322 - 324	Cespuglieti
332	Accumuli detritici e affioramenti litoidi privi di vegetazione
333	Vegetazione rada
411	Vegetazione delle aree umide interne e delle torbiere
3113	Formazioni ripariali
3222	Vegetazione dei greti
3223	Vegetazione degli argini sopraelevati
511	Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali
5121	Bacini idrici naturali
5123	Bacini idrici da attività estrattive interessanti la falda
5122	Bacini idrici artificiali
335	Ghiacciai e nevi perenni

Per quanto riguarda gli elementi puntuali la direttiva propone la seguente classificazione:

Elementi esposti	Danno
Beni culturali vincolati	D4
Immobili e aree di notevole interesse pubblico	D4
Impianti allegato I del D.L. 59/2005	D4
Aree protette per estrazione acqua a uso idropotabile	D4
Strutture ospedaliere	D4
Scuole	D4
Dighe	D4
Depuratori	D3
Inceneritori	D3

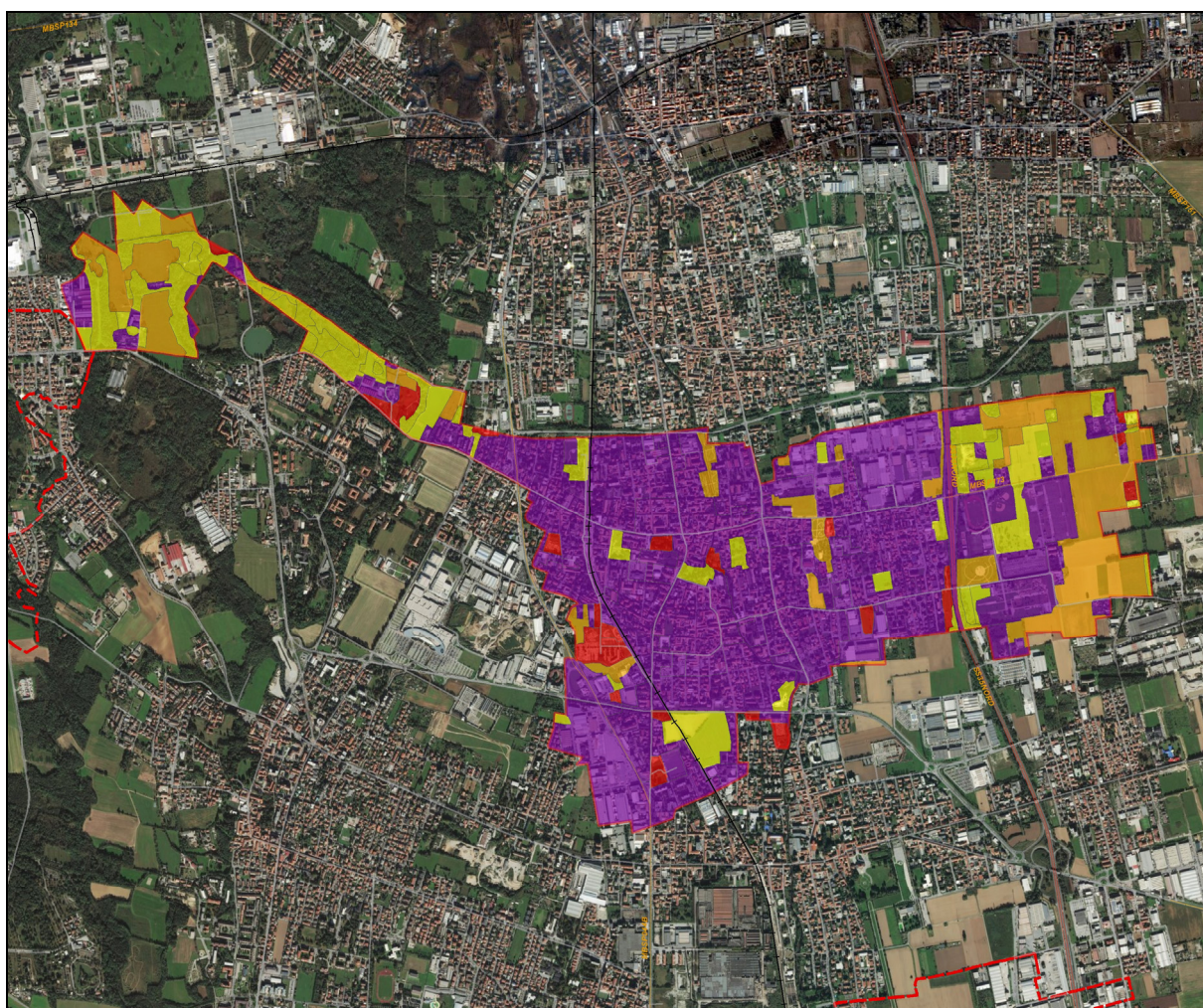
Secondo questa classificazione del territorio il Comune di Bovisio Masciago assume la seguente configurazione:



Danno	Sup. mq	% su sup comunale
1	2746384,72	28,68
2	5012708,24	52,34
3	31406,15	0,33
4	1662767,77	17,36

Come si può apprezzare circa la metà del territorio è caratterizzato da un valore di danno basso, mentre solo un quinto circa del territorio è classificato al più elevato valore di danno.

La seguente figura rappresenta invece l'immagine del territorio del Comune di Mozzanica secondo la precedente classificazione:



C 3.5.1.3 **Rischio**

Al fine della classificazione del territorio per aree a rischio idraulico vengono utilizzate le seguenti matrici di individuazione del rischio:

RP (Reticolo Principale)

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'		
		P3	P2	P1
CLASSI DI DANNO	D4	R4	R4	R2
	D3	R4	R3	R2
	D2	R3	R2	R1
	D1	R1	R1	R1

RSP (Reticolo Secondario di Pianura)

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA'	
		P3	P2
CLASSI DI DANNO	D4	R3	R2
	D3	R3	R1
	D2	R2	R1
	D1	R1	R1



Comune di Bovisio Masciago
Piano Comunale di Emergenza



Ing. Mario Stevanin

Aggiornamento: Novembre 2016

Capitolo 3

Pagina 16